

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 197 19 921 A 1

⑤① Int. Cl.⁸:
G 01 L 3/10
G 01 L 3/24
G 01 L 5/28

②① Aktenzeichen: 197 19 921.6
②② Anmeldetag: 13. 5. 97
②③ Offenlegungstag: 11. 12. 97

DE 197 19 921 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦① Anmelder:
Manner, Gabriele, 78548 Spaichingen, DE

⑦② Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

⑤④ Anordnung zur Erfassung des Drehmoments mittels Meßflansch

⑤⑦ Nachstehende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Erfassung des Drehmoments mit Meßflansch und berührungsloser Übertragung. Meßflansch und Auswerteeinheit (Pick Up) sind getrennt. Aufgabe der Erfindung ist es, die Verstärkung und den Nullpunkt in der Rotorelektronik remote mit hoher Auflösung (min. 8 Bit) von der stationären Seite aus einstellbar zu gestalten. Dabei kann der Rotor völlig von einem Gehäuse umgeben sein.

DE 197 19 921 A 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Erfassung des Drehmoments an einer Welle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Anordnungen sind bereits bekannt und werden zur Erfassung des Drehmoments an rotierenden Wellen eingesetzt. Übliche Lösungen mit Schleifringen werden wegen der nicht dauerfesten und störungsbehafteten Übertragung zunehmend durch berührungslose Übertragungssysteme ersetzt. Berührungslose Übertragungssysteme für Drehmomentmeßnaben werden heute z. B. nach dem Patent DE 392 21 556 C3 bereits realisiert. Sie bestehen aus einem rotierenden Meßkörper mit Rotorelektronik und einer Signal Pick UP mit nachgeschalteter Auswerteeinheit.

Aufgrund der begrenzten Signaldynamik von elektronischen Verstärkern wird die Meßauflösung und die Meßgenauigkeit entscheidend von der richtigen Wahl des Meßbereichs bestimmt. Der Meßkörper mit DMS-Meßbrücke läßt weitaus höhere Auflösungen zu. Des weiteren gibt es bei der Produktion der Meßaufnehmer erhebliche Streuungen in Nullpunkt und Meßempfindlichkeit. Da man im allgemeinen einen präzisen normierten Ausgangswert wünscht, muß jeder Meßaufnehmer individuell abgeglichen werden. Der Meßbereich wird über Widerstandsnetzwerke festgelegt. Der Nullpunkt-
abgleich wird ebenfalls durch Widerstandsnetzwerke bestimmt. Nach Stand der Technik wird heute der Abgleich über Trimpotentiometer auf der stationären Seite durchgeführt.

Bei Systemen mit trennbaren bzw. auswechselbaren Meßkörpern muß beim Tausch das stationäre Auswerteteil abgeglichen werden oder die Komponenten können nur paarweise eingesetzt werden. Dies ist besonders nachteilhaft. Möchte man diesen Nachteil vermeiden, muß jede Rotorelektronik individuell abgeglichen werden. Ein Trimpotentiometer auf dem rotierenden Meßkörper scheidet wegen der hohen mechanischen Belastung aus. Derartige Anordnungen haben folgende Nachteile: Der Meßbereich und der Nullpunkt-
abgleich der rotierenden Meßnabe mit Rotorelektronik kann nur durch Löten verändert werden. Üblicherweise ist die Rotorelektronik im Meßflanschzentrum montiert und schwer zugänglich. Eine Kalibrierung oder Anpassung der Meßnabe auf einen bestimmten Ausgangssignalwert kann nur durch Ausbau des Meßflansches und durch Änderung des Widerstandsnetzwerks mittels Löten erfolgen.

Ein wesentlicher Vorteil der berührungslosen Übertragung gegenüber Schleifringssystemen ist die mechanische Auswechselbarkeit der rotierenden Meßnabe ohne Tausch der stationären Elemente. Um diesen Tausch ohne nachträgliche Kalibrierung ermöglichen, müssen jedoch an der berührungslosen Übertragungsstrecke normierte Signale ausgetauscht werden, daß heißt die Meßnabe mit Rotorelektronik muß in sich kalibriert sein. Ein derartiger Abgleich auf Normwerte ist nicht nur schwierig, sondern auch kostspielig.

Des weiteren gibt es bei der Montage von Meßnaben durch Verspannen der Flansche Nullpunkt-
ablagen. In der Regel ist die Rotorseite durch den Einbau in ein Gehäuse nach der Montage nicht mehr zugänglich. Ein Abgleich des Rotors scheidet somit aus. Entstehende Nullpunkt-
ablagen können nur mittels eines mit Trimpotentiometer am einstellbaren Verstärker auf der stationären Seite korrigiert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es bei der Anordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 die Verstärkung und

den Nullpunkt in der Rotorelektronik remote mit hoher Auflösung (min. 8 Bit) von der stationären Seite aus einstellbar zu gestalten. Dabei kann der Rotor völlig von einem Gehäuse umgeben sein. Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Lagerlose Drehmomentmeßeinrichtungen mit berührungsloser Übertragung gewinnen zunehmend an Interesse. Entscheidend ist hierbei die große Geometrietoleranz von bis zu 20 mm zwischen Meßnabe und stationärer Pick UP und der Wegfall von aufwendigen Bogenzahnkupplungen. Größere Montagetoleranzen sparen Kosten und lassen den Einsatz von Meßflanschen an Gelenkwellen zu. Durch die zusätzliche remote einstellbare Rotorelektronik in Verstärkung und Nullpunkt mit hoher Einstellaufklärung eröffnet sich die Möglichkeit der vollständigen Kapselung von DMS-Aufnehmer, Rotorelektronik und Sender/Empfängerschnittstelle. Damit sind Anwendungen unter extremsten Umweltbedingungen möglich. Der rotierende Meßaufnehmer kann komplett fertig gestellt werden und nachträglich kalibriert werden. Damit entfallen Fertigungsschritte und Kosten. Auch notwendige Nachkalibrationen im Rahmen von ISO 9000 sind ohne mechanischen Eingriff an der Drehmomentmeßeinrichtung ausführbar. Die Ausgangssignale der Meßnaben können normiert werden und können im Prüfbereich ausgetauscht werden.

Zunehmend werden Serienteile von Maschinen zu Drehmomentsensoren modifiziert. Zu diesem Zweck werden häufig Kupplungsteile mit DMS-Meßbrücken beklebt und mit berührungsloser Übertragungstechnik ausgestattet. Aufgrund großer Serietoleranzen ist ein Abgleich für jeden Sensor (Meßflansch) notwendig. Durch die remote programmierbare Rotorelektronik kann das Übertragungssignal von jedem Meßflansch im Rahmen der Kalibrierung normiert werden, was sowohl logistische und servicetechnische Vorteile bringt. Die Kalibrierung kann auch nach Einbau in die Maschine erfolgen, da ein nachträglicher Eingriff am Meßflansch entfällt. Damit können sogar im Meßwert enthaltene störende Reibmomente von Lagern, Vorspannmomente etc. eliminiert werden. In einer besonders vorteilhaften Ausführung wird in der Meßnabe auch ein Identifikationscode sowie sonstige Betriebsdaten abgespeichert. Diese kann von der stationären Elektronik ausgelesen werden und an einen übergeordneten Leitrechner übergeben werden. Damit ist auch eine Verwechslungsgefahr von Meßnaben ausgeschlossen. Insbesondere in der Montageschrauberindustrie (Serie) ist die Austauschbarkeit von Meßflanschen (Rotoren) — sprich einfache Logistik — von enormer Bedeutung. Dort sind sehr kleine Baugrößen gefordert. Ein Widerstandsnetzwerk-
abgleich ist aufgrund fehlender Lötflächen äußerst problematisch bzw. in vielen Fällen nicht möglich. Ein weiterer Vorteil ist die Integrierbarkeit von programmierbaren Verstärkern in monolithischen Schaltkreisen. Dadurch kann die Rotorelektronik samt Abgleich in Miniaturschaltkreisen aufgebaut werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gegeben.

Die Erfindung wird an Hand folgender Figuren beschrieben.

Es zeigt Fig. 1 die Anordnung zur Erfassung des Drehmoments mit Meßflansch (1) nach der Erfindung eingebaut in Wellenstrang mit Pick UP (21) und Auswerteeinheit (22).

Fig. 2 zeigt die programmierbare Rotorelektronik (12) im Meßflansch (1) mit rotorseitigem Telemetriemodem (7) und statorseitigem Telemetriemodem (29).

Fig. 3 Blockbild von programmierbarer Rotorelektronik (12) mit programmierbarem Meßverstärker (8).

Der wesentliche Grundgedanke der vorliegenden Erfindungen liegt in der Tatsache, daß der Verstärkungsfaktor und der Nullpunkt der programmierbaren Rotorelektronik (12) remote über das Telemetriemodern (7) mit hoher Einstellaufösung programmierbar ist und damit das Ausgangssignal (13) auf einen bestimmten Bereich skaliert werden kann. Die Skalierung wird in einem Speicher (4) gespeichert und die Programmierung erfolgt durch eine digitale telemetrische Datenübertragung vom Rotor zum Stator. Ein manueller Abgleich entfällt.

Die programmierbare Rotorelektronik kann vorteilhaft auf Basis eines programmierbaren Meßverstärkers aufgebaut sein. Heute sind am Markt eine Reihe programmierbare Verstärkerbausteine mit zusätzlicher Offseteinstellmöglichkeit verfügbar. Die programmierbaren Meßverstärker sind bekanntermaßen auf Basis von Operationsverstärkern aufgebaut.

Eine weitere Möglichkeit zur Festlegung der Verstärkung und Nullpunkt ist der Gebrauch von präzisen Widerständen im Rückkoppelnetzwerk. Über FET-Schalter, welche digital angesteuert werden, können Widerstände zu oder abgeschaltet werden und somit der Verstärkungsfaktor eingestellt werden. Die Verstärkung und der Nullpunkt wird überlicher Weise digital über ein Datenwort an der Ansteuerung (3) eingestellt.

Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von multiplizierenden Meßverstärker wobei die Verstärkung über eine analoge Spannung, welche von einem D/A-Wandler kommen kann, gesteuert werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Digitalisierung des Meßsignals und die anschließende Einstellung von Nullpunkt und Verstärkung über eine rechnende Einheit — sprich Mikroprozessor. Dies kann durch Addition des Nullpunktkorrekturwertes und durch Multiplikation des Korrekturfaktors oder über eine Look Up Tabelle erfolgen.

In jedem Fall steuert eine Logik (3) den Datentransport vom Speicher (4) zur Ansteuerung (3). Der Speicher (4) wird bei einer vorteilhaften Ausführung als nicht flüchtig ausgeführt. Dabei kann es sich um einmalig programmierbare Speicher oder auch um mehrmals programmierbare Speicher auf EEPROM-Basis oder Speicher mit integrierter Batterie handeln. Bei den beiden letztgenannten Verfahren kann der Speicher (4) im Rahmen einer Nachkalibrierung reprogrammiert werden. Bei allen genannten Verfahren bleiben die Daten für Verstärkungseinstellung und Nullpunkteinstellung auch bei Spannungsausfall erhalten. In einer besonders vorteilhaften Ausführung kann der Inhalt des Speichers (4) über den Wandler (6) ausgelesen werden. Zu diesem Zweck wird der Meßdatenstrom unterbrochen und die Speicherdaten über die Logik (5) auf den Datenkanal vom Rotor zum Stator gelegt. Damit kann der Inhalt des Speichers (4) zu beliebigen Zeitpunkt ausgelesen oder die Programmierung durch Vergleich mit den eingeschriebenen Daten überprüft werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung wird ein einem Brückenkreis zuschaltbarer Referenzwiderstand (15) (Montage außerhalb Rotorelektronik) über den Kalibrierschalter (10) welcher eine definiertes Drehmoment (Verstimmung der Meßbrücke) simuliert.

Dieser Referenzwiderstand (15) kann remote ebenfalls von der stationären Seite aus zugeschaltet werden. Dadurch kann selbst bei Ausfall der Rotorelektronik auf eine Neukalibrierung des Meßflansches verzichtet werden,

wenn das Sollsignal bei aktivierten Referenzwiderstand (15) bekannt ist.

In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführung kann dem Referenzwert einen bestimmten Verstärkungsfaktor und Nullpunkt zugeordnet werden, welche bei Aktivieren des Referenzwiderstandes aktiv werden und somit einen beliebigen Auswertwert (zum Beispiel 100% der Meßbereiches) erzeugen.

In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführung werden im Speicher (4) nicht nur die Verstärkungs- und Nullpunktsdaten sondern zusätzlichen Identifikationsdaten, wie Aufnehmertyp, Meßbereich Seriennummer, letztes Kalibrierdatum abgelegt. Damit wird eine automatische Identifizierung der Rotorelektronik möglich und es können auch qualitätsichernde Daten abgefragt werden.

In einer weiteren Ausführungsform kann die Verstärkung und der Nullpunkt des Meßverstärkers zusätzlich umgeschaltet werden. Dadurch können mehrere Meßbereiche mit einer Meßnabe realisiert werden, wobei für jeden Bereich bereits kalibrierte Korrekturwerte im Speicher (4) hinterlegt sind.

In vielen Fällen wird oft die Erfassung der Wellenleistung gefordert. Dazu muß zusätzlich die Drehzahl der Meßflansches erfaßt. In einer vorteilhaften Ausführung wird auf den Meßflansch eine Markierung (14) mit mindestens einer Marke in Form einer Farbe oder mechanischer Marke (Zahn) oder etc. ausgeführt. Ein integrierter Drehzahlsensor (30) in der Pick UP (21) in Form eines Lichtsensor oder Halsensor mit Magnet wird die Marke (14) auf der Meßnabe berührungslos erfaßt und an die Auswerteeinheit weiter geleitet. Dort kann dann durch Multiplikation der Leistungsfluß über den Wellenstrang berechnet werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Meßflansch
- 2 Wellenkörper
- 3 Ansteuerung
- 4 Speicher
- 5 Logik
- 6 Wandler
- 7 bidirektionales Telemetriemodern (Rotor)
- 8 programmierbarer Meßverstärker
- 9 Meßbrücke
- 10 Remote Kalibrierschalter
- 11 Wellenstrang
- 12 programmierbare Rotorelektronik
- 13 Ausgangssignal
- 14 Drehzahlmarke
- 15 Referenzwiderstand
- 21 Pick UP
- 22 Auswerteeinheit
- 23 Verbindungskabel
- 24 D/A-Wandler
- 28 Statorelemente
- 29 bidirektionales Telemetriemodern
- 30 Drehzahlsensor

Patentansprüche

1. Anordnung zur Erfassung des Drehmoment mit Meßflansch

- mit rotierendem Meßkörper zum Erfassen des Drehmoments
- mit Dehnungsmeßstreifen zum Wandeln der mechanischen Torsion in ein elektrisches

Signal

- einem integrierten Meßverstärker zum Verstärken des Meßsignals
- einer Telemetrieübertragungseinrichtung zur Übertragung des elektrischen Meßsignals

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) eine frei programmierbare Rotorelektronik ist in der rotierenden Meßnabe integriert
- b) der Verstärkungsfaktor der Rotorelektronik ist einstellbar
- c) der Nullpunkt der Rotorelektronik ist einstellbar
- d) die Telemetrieeinrichtung kann bidirektional Signale übertragen
- e) Nullpunkt und Verstärkung können über die Telemetrieeinrichtung von der stationären Seite eingestellt werden
- f) ein Speicher zur Speicherung von Nullpunkt und Verstärkung ist vorhanden.

2. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellbarkeit von Nullpunkt und Verstärkung mit hoher Auflösung erfolgt und somit ein normiertes Ausgangssignal an dem rotorseitigen Telemetriemodem gegeben ist.

3. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher nicht volatil ist und somit die Einstellung von Nullpunkt und Verstärkung auch bei Spannungsausfall erhalten bleibt.

4. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher für Nachkalibrierzwecke online über das statorseitige Telemetriemodem reprogrammierbar ist.

5. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung von Nullpunkt und Verstärkung über einen programmierbaren Meßverstärker erfolgt.

6. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung von Nullpunkt und Verstärkung über eine Recheneinheit nach der Digitalisierung des Meßsignals erfolgt.

7. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßbereich der Meßnabe mittels des programmierbaren Verstärkers verschiedene Werte annehmen kann und die Auswahl des Meßbereichs über das statorseitige Telemetriemodem erfolgt.

8. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Referenzwiderstand zum Erzeugen eines Referenzmeßwertes remote aktiviert werden kann.

9. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der durch den Referenzwiderstand erzeugte Referenzmeßwert über einen im Speicher liegenden Korrekturwert eine beliebige Ausgangssignalgröße (Kalibriersignal) erzeugt.

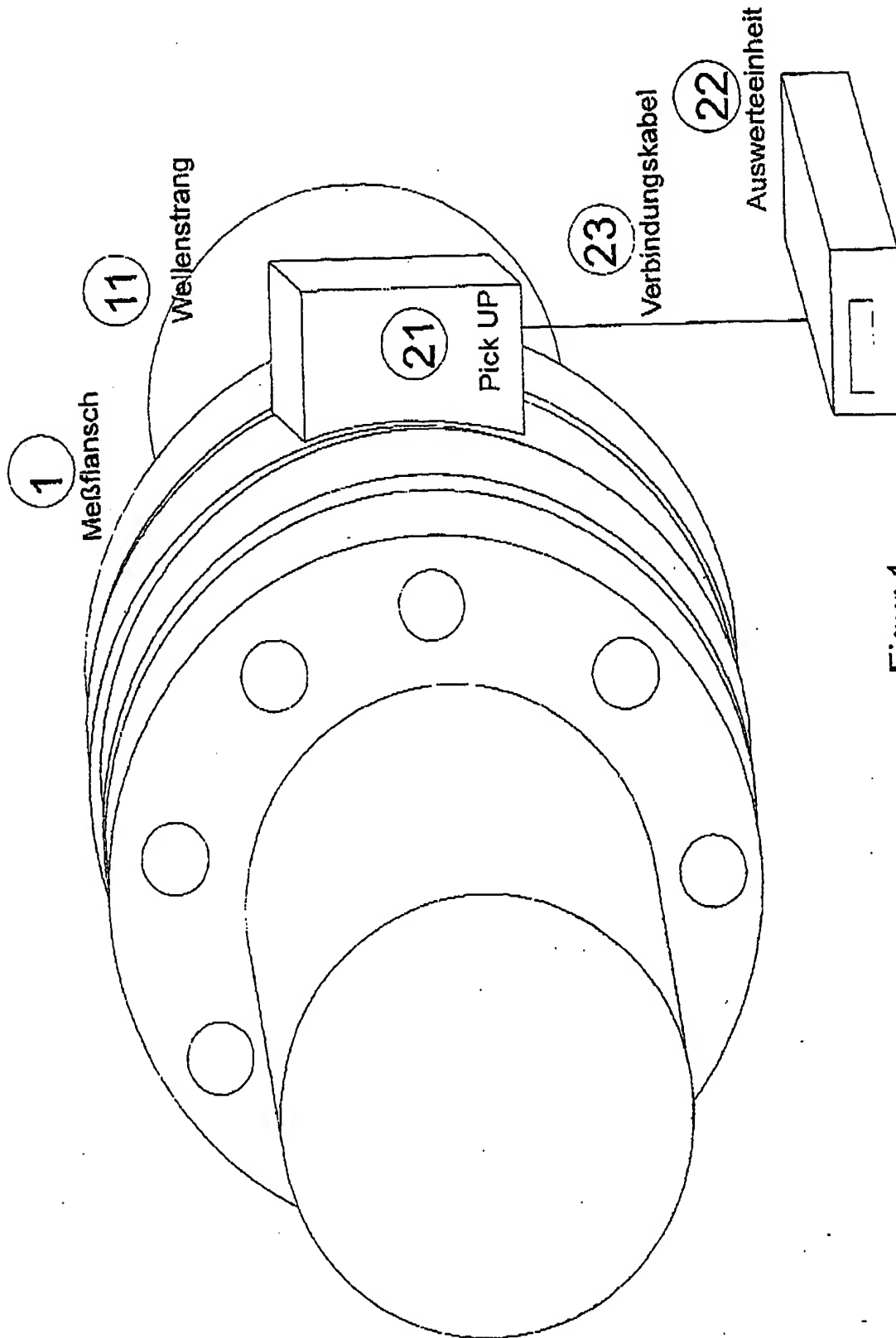
10. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Speicher für Identifikationscode und Betriebsdaten vorhanden ist, welcher programmiert und beliebig oft ausgelesen werden kann.

11. Drehmomentmeßeinrichtung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßflansch eine Markierung aufweist und ein zusätzlicher Drehzahlsensor vorhanden, der die Drehzahl

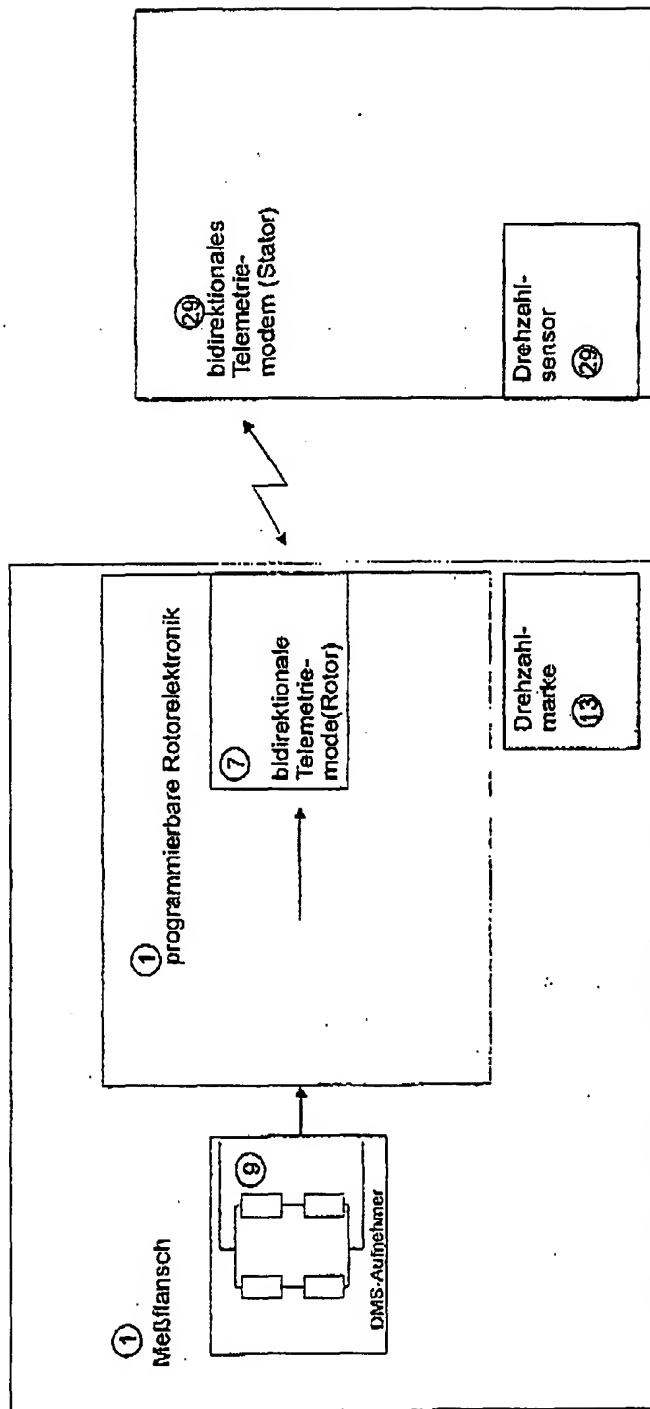
erfaßt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

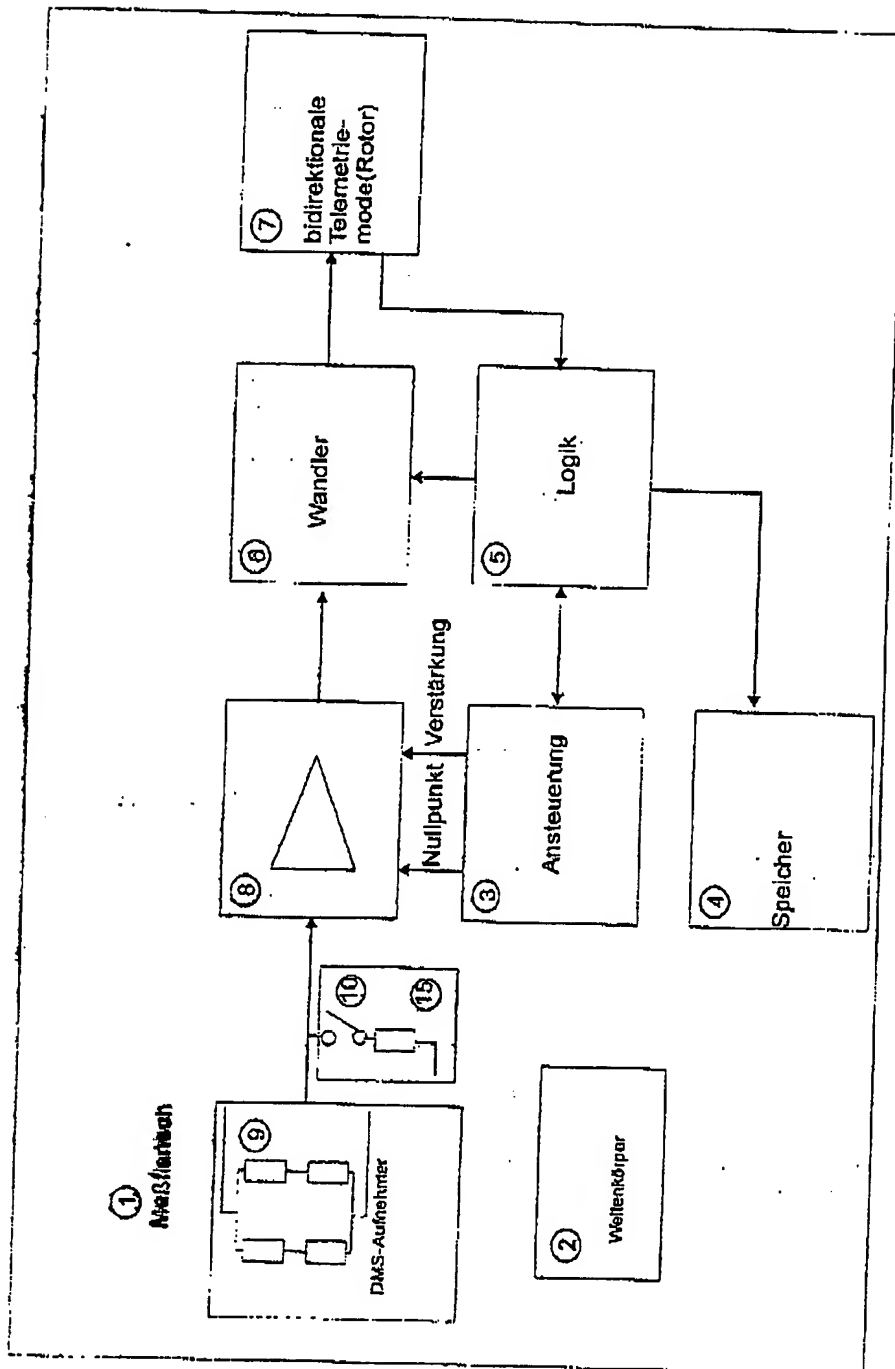
- Leerseite -



Figur 1
Seite 9 von 11



Figur 2



Seite 11 von 11